

【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱シリンダ内の熔融樹脂の密度を測定する測定手段を備え、射出工程において前記測定手段の検出値をフィードフォワード値として制御系に与えてスクリュのストロークを制御するフィードフォワード制御系を備えた射出成形機において、可塑化工程において前記測定手段の検出値に応じてその変動を0に近づけるようにスクリュの回転数、背圧、加熱シリンダ温度のうちいずれか1つを制御するフィードバック制御系を、前記フィードフォワード制御系に付加したことを特徴とする射出成形機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は射出成形機の制御方法に関し、特に成形品の重量変動を少なくするのに適した制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図2を参照して、本発明が適用される電動式射出成形機をその中の射出装置を中心に説明する。本電動式射出成形機は、サーボモータ駆動による射出装置を備えている。この射出装置においては、ボールネジ、ナットによりサーボモータの回転運動を直線運動に変換してスクリュを前進、後退させる。

【0003】図2において、射出用サーボモータ11の回転はボールネジ12に伝えられる。ボールネジ12の回転により前進、後退するナット13はプレッシャプレート14に固定されている。プレッシャプレート14は、ベースフレーム（図示せず）に固定されたガイドバー15、16（通常、4本であるが、ここでは2本のみ図示）に沿って移動可能である。プレッシャプレート14の前進、後退運動は、ベアリング17、ロードセル18、射出軸19を介してスクリュ20に伝えられる。スクリュ20は、加熱シリンダ21内に回転可能に、しかも軸方向に移動可能に配置されている。スクリュ20の後部に対応する加熱シリンダ21には、樹脂供給用のホッパ22が設けられている。射出軸19には、ベルトやブリー等の連結部材23を介してスクリュ20を回転させるための回転用サーボモータ24の回転運動が伝達される。すなわち、回転用サーボモータ24により射出軸19が回転駆動されることにより、スクリュ20が回転する。

【0004】可塑化／計量工程においては、加熱シリンダ21の中をスクリュ20が回転しながら後退することにより、スクリュ20の前方、すなわち加熱シリンダ21のノズル21-1側に熔融樹脂が貯えられる。スクリュ20が後退するのは、スクリュ20の前方に貯えられる熔融樹脂の量が徐々に増加し、その圧力がスクリュ20に作用するからである。

【0005】充填、射出工程においては、射出用サーボモータ11の駆動によって加熱シリンダ21の中をスク

リュ20が前進することにより、スクリュ20の前方に貯えられた熔融樹脂を金型内に充填し、加圧することにより成形が行われる。この時、熔融樹脂を押す力がロードセル18により射出圧力として検出される。検出された射出圧力は、ロードセルアンプ25により増幅されて制御装置26に入力される。プレッシャプレート14には、スクリュ20の移動量を検出するための位置検出器27が取り付けられている。位置検出器27の検出信号は位置検出器アンプ28により増幅されて制御装置26に入力される。

【0006】制御装置26は、表示／設定器33によりマンマシンコントローラ34を通してあらかじめ設定された設定値に応じて複数の各工程に応じた電流（トルク）指令をドライバ29、30に出力する。ドライバ29では射出用サーボモータ11の駆動電流を制御して射出用サーボモータ11の出力トルクを制御する。ドライバ30では回転用サーボモータ24の駆動電流を制御して回転用サーボモータ24の回転数を制御する。射出用サーボモータ11、回転用サーボモータ24にはそれぞれ、回転数を検出するためのエンコーダ31、32が備えられている。エンコーダ31、32で検出された回転数はそれぞれ制御装置26に入力される。特に、エンコーダ32で検出された回転数は、スクリュ20の回転数を知るために用いられる。

【0007】一方、加熱シリンダ21の周囲には、ホッパ22からの樹脂を加熱溶融するために複数のヒータ40が配設されており、これらのヒータ40は温度制御装置41により制御される。温度制御装置41には、ヒータ40に隣接して配置された複数の熱電対42からの温度検出信号が入力される。温度制御装置41は、複数の熱電対42からの温度検出信号を熱電対検出値として制御装置26に出力し、制御装置26からのヒータ温度設定値を示すヒータ温度設定信号に基づいてヒータ40を制御する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、射出成形機においては、安定した品質のものを短時間に多量に、安価に製造することが重要である。安定した品質（以下では、成形品の重量に限定して説明する）を得るための制御方法には、①外乱に対して修正動作の可能な制御方法（成形品の重量変動の代用特性と考えられるものをフィードバック制御により一定にする）、②あらかじめ成形品の重量変動を予測しこれをうち消すような信号を加え（フィードフォワード制御）、重量変動ゼロを狙った制御方法等が提案されている。

【0009】しかしながら、実際に制御系を設計する上では、上記の②の制御方法は制御対象の把握が非常に難しく、汎用的なものにするには越えなければならないハードルが多数存在する。

【0010】以下に、射出工程において提案されている

上記②の型内圧フィードフォワード制御方法の概要を図3のブロック線図を参照して説明する。図3において、 $G_c(S)$ は、例えば図2で説明した射出用サーボモータを制御する制御装置内の伝達関数を示し、 $G_p(S)$ は、プロセスの伝達関数を示す。また、 $G_{1p}(S)$ は、外乱、例えば加熱シリンダ温度の変動を熔融樹脂密度の変動に変換するための伝達関数を示す。これは、熔融樹脂密度の変動は型内圧に影響を及ぼし、その結果、成形品の重量が変化するからである。なお、外乱は、加熱シリンダ温度の変動のみならず、熔融樹脂の状態、すなわち温度や圧力、スクリュの回転数等、様々な要因がある。いずれにしても、これらの外乱はそれぞれに対応したセンサにより検出することができ、減算器51に入力される。そして、制御装置内の伝達関数 $G_c(S)$ とプロセスの伝達関数 $G_p(S)$ との間の信号を図2で説明したロードセル18の値とすれば、 $G_c(S) = \text{ロードセルの値}(S) / \text{外乱}(S)$ 、 $G_p(S) = \text{型内圧} / \text{ロードセルの値}(S)$ で表される。

【0011】一方、伝達関数 $G_{1p}(S)$ は、外乱が原因で発生する制御量（ここでは、成形品の重量に影響を及ぼす型内圧）の変化を打ち消す信号を発生するためのものである。例えば、外乱による型内圧の変化量が $\Delta p(t)$ であるとすると、伝達関数 $G_{1p}(S)$ は $-\Delta p(t)$ に相当する信号を発生するためのものであると言える。

【0012】上記のように、現在のフィードフォワード制御方法では、外乱が熔融樹脂密度の変動に変換されたものを検出し、これを打ち消すような操作信号（具体的には射出工程におけるスクリュの実ストロークを操作量とする）を制御系に与え、型内圧を目標値に維持することで成形品の重量変動を無くそうとしている。

【0013】しかしながら、熔融樹脂密度の変動をスクリュの実ストロークに変換するのは容易ではない。同一の熔融樹脂密度の変動であっても、樹脂温度、射出動作時のクッション量等が変われば伝達関数 $G_{1p}(S)$ は変えなくてはならない。ここに、フィードフォワード制御の難しさがある。

【0014】そこで、本発明の課題は、フィードフォワード制御における上記の問題点を解消して、成形品の重量変動を少なくすることのできる射出成形機の制御方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明による射出成形機の制御方法は、加熱シリンダ内の熔融樹脂の密度を測定する測定手段を備え、射出工程において前記測定手段の検出値をフィードフォワード値として制御系に与えてスクリュのストロークを制御するフィードフォワード制御系を備えた射出成形機において、可塑化工程において前記測定手段の検出値に応じてその変動を0に近づけるよ

うにスクリュの回転数、背圧、加熱シリンダ温度のうちのいずれか1つを制御するフィードバック制御系を、前記フィードフォワード制御系に付加したことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】図1には本発明による型内圧フィードフォワード制御系のブロック線図を示している。本発明では、図1に示すように、図3で説明したフィードフォワード制御系に、熔融樹脂密度を測定する測定装置で測定された熔融樹脂密度の変動をフィードバックするフィードバック制御系2を付加したものである。このフィードバック制御系2は、可塑化工程において動作するものであり、射出工程に入る前に熔融樹脂密度の変動をフィードバック制御系2により少しでも少なくして、従来の不確定要素の影響を無くすよう工夫したものである。

【0017】具体的には、フィードバック制御系2では、熔融樹脂密度の測定装置からの検出値を用いてその変動を0に近づけるようにスクリュの回転数、背圧、加熱シリンダの温度のうちのいずれかが制御される。図2の電動式射出成形機について言えば、スクリュ20の回転数制御は回転用サーボモータ24の制御により、背圧制御は射出用サーボモータ11の制御により、加熱シリンダ21の温度制御はヒータ40の制御によりそれぞれ実現することができる。

【0018】また、本形態において適用される射出成形機は、スクリュヘッドにチェック機構が設けられ、射出前にこのチェック機構が閉じており、スクリュを押すことにより熔融樹脂密度の計測ができる構造のものを前提としている。すなわち、計量工程の完了後に、スクリュヘッドの前方と加熱シリンダ内の計量部とをチェック機構により遮断した状態で、射出用サーボモータによりスクリュを一定の力で押した時の前進量を検出し、検出された前進量に基づいて熔融樹脂の密度を検出する。前進量は、スクリュの位置を検出する位置検出器（図2の27）で検出される。このような構造の射出成形機は、例えば特開平11-341333に開示されている。

【0019】いずれにしても、上記のようにして可塑化工程において熔融樹脂密度の変動を小さくしたうえで、射出工程において図3で説明したのと同じフィードフォワード制御、すなわち射出用サーボモータ11によるスクリュ20の射出ストローク制御が行われる。

【0020】なお、上記の説明は、電動式射出成形機の場合であるが、本発明は油圧式射出成形機にも適用可能である。すなわち、油圧式射出成形機では、図2の射出装置におけるボールネジ、ナットによる回転運動→直線運動の変換機構に代えて、油圧駆動による射出シリンダが備えられる。そして、射出ストローク制御は射出シリンダへの油圧を制御することで行われる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、理論的には成形品の重量変動をゼロにできるフィードフォワード制御系の設計を容易にすることができ、成形品の重量変動をなくしてその品質の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による型内圧フィードフォワード制御系のブロック線図を示す。

【図2】本発明が適用される電動射出成形機の構成を示した図である。

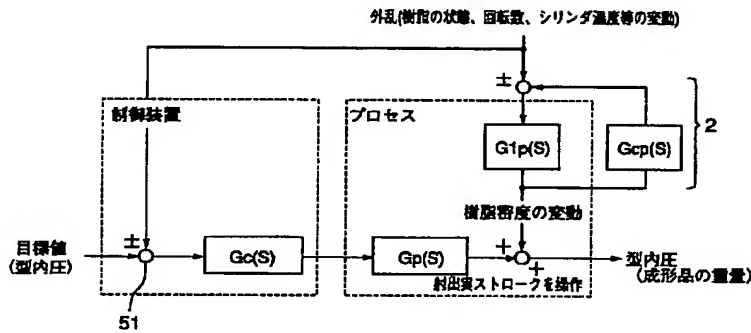
【図3】従来の型内圧フィードフォワード制御系のブロック線図を示す。

【符号の説明】

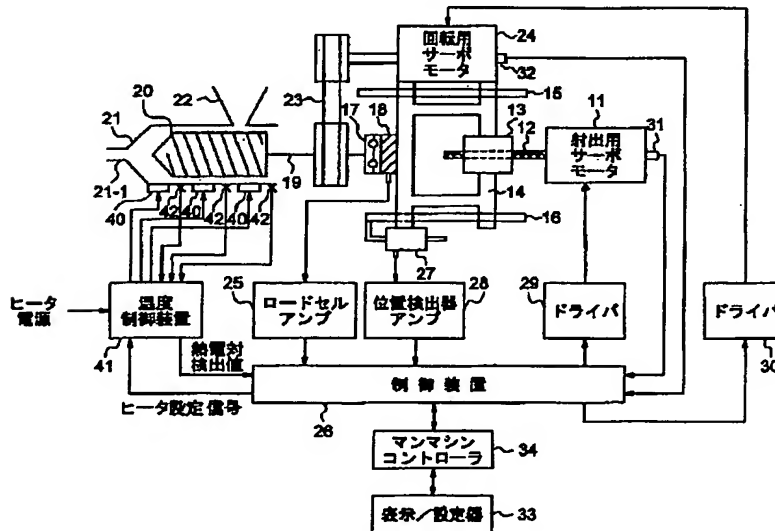
*

- * 11 射出用サーボモータ
- 12 ボールネジ
- 13 ナット
- 14 プレッシュャープレート
- 15、16 ガイドバー
- 17 ベアリング
- 18 ロードセル
- 19 射出軸
- 20 スクリュー
- 21 加熱シリンダ
- 27 位置検出器

【図1】



【図2】



【図3】

